

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-280536

(43)Date of publication of application : 27.09.2002

(51)Int.Cl.

H01L 27/14
H01L 21/76
H01L 21/316
H01L 21/8222
H01L 27/06
H01L 31/10

(21)Application number : 2001-081469

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 21.03.2001

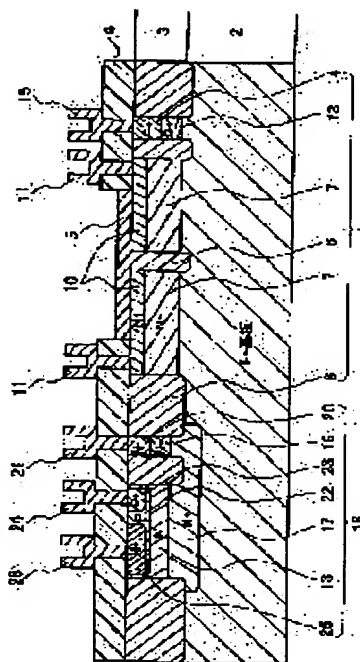
(72)Inventor : ITO RYOICHI
YASUKAWA HISATADA
IWAI YOSHITAKA

(54) OPTICAL SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical semiconductor device in which the detection accuracy of incident light and the response of an optical signal are enhanced while reducing noise.

SOLUTION: The optical semiconductor device comprises a second conductivity type semiconductor region 3 and a plurality of light receiving elements formed on a first conductivity type semiconductor substrate 2 wherein an LO COS film 6 is employed for isolating the plurality of light receiving elements.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.01.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

Best Available Copy

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The optical semiconductor device which is an optical semiconductor device equipped with two or more photo detectors, and is characterized by separating between said two or more photo detectors with the LOCOS film.

[Claim 2] The optical semiconductor device which is an optical semiconductor device equipped with the semiconductor region of the 2nd conductivity type formed on the semi-conductor substrate of the 1st conductivity type, and two or more photo detectors, and is characterized by separating between said two or more photo detectors with the LOCOS film.

[Claim 3] The optical semiconductor device characterized by being the optical semiconductor device equipped with the semiconductor region of the 2nd conductivity type formed on the semi-conductor substrate of the 1st conductivity type, and two or more photo detectors, and for the LOCOS film having separated between said two or more photo detectors, and forming the embedding field of the 1st conductivity type of high high impurity concentration directly under said LOCOS film compared with said semi-conductor substrate.

[Claim 4] The optical semiconductor device characterized by having the embedding field of the 2nd conductivity type of high high impurity concentration on the semi-conductor substrate of the 1st conductivity type, being the optical semiconductor device in which the high concentration impurity range of the 1st conductivity type was formed on the front face of the semiconductor region of the 2nd conductivity type formed on said embedding field, and the semiconductor region of said 2nd conductivity type, equipping said optical semiconductor device with two or more photo detectors, and separating between said two or more photo detectors with the LOCOS film.

[Claim 5] The optical semiconductor device according to claim 1 to 4 which set width of face of said LOCOS film to 2 micrometers or less.

[Claim 6] The optical semiconductor device according to claim 2 to 4 with which said LOCOS film has penetrated the semiconductor region of said 2nd conductivity type.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] a cross talk [in / about the optical semiconductor device with which this invention was equipped with the photo detector which processes a photo-electric-conversion signal / the isolation region between especially two or more photo detectors] -- controlling -- a high speed -- low -- it is related with the optical semiconductor device for realizing a noise photo detector.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to detect from the former the laser beam reflected from the disk in optical disks, such as CD and DVD, the optical semiconductor device with two or more light-receiving fields is used. In recent years, a photo detector with a built-in circuit which has high-speed frequency characteristics is becoming it is strong in an outpatient department noise, and in use with the formation of small high performance of an optical disk unit. Moreover, improvement in the speed of an optical semiconductor device, high-sensitivity-izing, and low noise-ization are demanded more for high-performance-izing in the optical disk unit of DVD.

[0003] Hereafter, the structure of the conventional optical semiconductor device is explained.

[0004] Drawing 6 is the sectional view showing the 1st structure in the conventional optical semiconductor device. 101 is the photo detector section. P+ embedding field which separates between the P-type semiconductor substrate with which 102 consists of P type silicon, the N-type semiconductor layer by which 103 was formed on the P-type semiconductor substrate 102, the insulator layer by which 104 was formed on the N-type semiconductor layer 103, the antireflection film with which 105 was formed in the photo detector section 101, and the photo detector of plurality [106], and between a photo detector and transistors, and 107 are P+ diffusion fields which separate between two or more photo detectors and between a photo detector and transistors. The cathode contact field where 108 was formed in the cathode field of the photo detector section 101, and 111 was formed on the cathode field 108, and 112 are the cathode electrodes formed on the cathode contact field 111. The anode drawer field alternatively formed on the other hand on the P-type semiconductor substrate 102 whose 114 is an anode field, the anode contact field where 115 was formed on the anode drawer field 114, and 116 are the anode electrodes formed on the anode contact field 115.

[0005] 118 is the transistor section. N+ mold collector drawer field in which 119 was formed alternatively [N+ mold collector embedding field of an NPN transistor and 120 / an N type collector field and 121] on the circumference of the N type collector field 120, N+ mold collector contact field where 122 was formed on N+ mold collector drawer field 121, and 123 are the collector electrodes formed on N+ mold collector contact field. Moreover, the P type base region where 124 was alternatively formed in the N type collector field 120, P+ mold base contact field where 125 was alternatively formed on the circumference piece the P type base region 124 side, and 126 are the base electrodes formed in P+ mold base contact field 125. N+ mold emitter region which 127 countered P+ mold base contact field 125, and was formed alternatively on the other hand, and 128 are the emitter electrodes formed on N+ mold emitter region 127.

[0006] In the photo detector section 101, by carrying out incidence of the light to a light-receiving field, an electron-hole pair is generated, the drift of this generated carrier is carried out by the electric field in a depletion layer [/ near the PN-junction section of the photo detector section 101 which impressed the reverse bias], and it is outputted as a photocurrent from an electrode. On the other hand, although the diffusion current by the carrier concentration gradient is also outputted as a photocurrent from an electrode, since it is longer than the drift transit time, generally a diffusion time is one of the factors to which a speed of response is reduced.

[0007] In the 1st conventional structure, since a carrier is generated by the light absorbed near the PN-junction section of the P-type semiconductor substrate 102 and the cathode field 108 used as an anode field and it is outputted outside as a photocurrent, when the permeation depth of light is deep infrared light especially to silicon, it is advantageous structure. Moreover, although two or more photo detectors have the advantage that between components is completely separable in PN isolation region, since separation width of face becomes comparatively large, the point which cannot improve a degree of integration is disadvantageous.

[0008] Drawing 7 is drawing showing the circuit of current potential conversion, and, as for the incident light (lightwave signal) by which 129 is used as a photo detector and incidence of 130 is carried out to a photo detector 129, and 131, amplifier and 132 are gain resistance. Photo electric conversion of the light by which incidence was carried out to the photo detector 129 in the circuit as shown in drawing 7 is carried out, current potential conversion is carried out with the amplifier 131 which consists of a transistor, a capacitive element, a resistance element, etc., and the signal output of this current is carried out. It not only performs signal detection by the photocurrent outputted from each light-receiving field, but it is usually controlling optical pickup equipment by optical pickup equipments, such as CD, by acquiring a tracking signal and a focal signal from the location of a laser beam, or change of a configuration using two or more photo detectors.

[0009] Drawing 8 is the sectional view showing the 2nd structure in the conventional optical semiconductor device. 109 is an N type cathode embedding field and N+ mold channel stopper field where an N type cathode drawer field and 113 separate an anode field according to N+ mold diffusion layer, and, as for 110, 117 separates a light-receiving field.

[0010] In the 2nd conventional structure, a lightwave signal will be detected near the PN-junction section of the cathode field 108 and the anode field 113, and it is the advantageous structure in the case of red light with the shallow permeation depth of light, or blue glow especially to silicon. Moreover, although there is an advantage which can comparatively narrow separation width of face between photo detectors by N+ mold channel stopper field 117 to the 1st conventional structure, since even the P-type semiconductor substrate 102 has not reached, the point that the separation property of two or more photo detectors is inferior to the 1st conventional structure is disadvantageous [N+ mold channel stopper field 117].

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the conventional configuration, since a PN junction is formed in the separation section while the separation width of face between photo detectors becomes large, it becomes the cause of a cross talk and detection precision will fall.

[0012] Drawing 5 (a) is a top view of the photo detector section used with optical pickup equipment etc., and, as for the 1st light sensing portion A, the separation section of the former [32 / 33 / the 2nd light sensing portion B and], and 34, 31 is [the separation section of this invention and 35] the optical scan directions. Drawing 5 (b) is drawing having shown the optical scan property of a photo detector, and the optical scan property in the separation section 33 of the former [36] and 37 are the scanning properties in the separation section 34 of this invention which showed relative relation with the conventional separation section 33.

[0013] When the optical scan of a light sensing portion and the separation section is carried out in the direction of the arrow head of drawing like drawing 5 (a), as shown in drawing 5 (b), in the optical scan property 36 in the conventional separation section 33, the cross talk between two or more photo detectors becomes large. In the conventional isolation construction, in order to use a PN junction or a high-impurity-concentration difference, the carrier generated by the light

irradiated by the isolation region will be outputted to a light-receiving field which spreads and is different in the direction depending on the concentration gradient of a carrier as a photocurrent, and will cause a cross talk, and detection precision will fall. Furthermore, there is also a problem that a speed of response falls by the potential barrier between an embedding field and a cathode field. Moreover, under the isolation region by the embedding field, a depletion layer is not formed in a semi-conductor substrate, but, moreover, the potential barrier is formed of a high-impurity-concentration difference, and since time amount is taken until the carrier generated directly under the isolation region reaches the PN-junction section, a speed of response falls.

Furthermore, there is also a problem that frequency characteristics fall with the parasitic capacitance by the PN junction of an isolation region.

[0014] Then, in order that this invention may solve said conventional problem, it improves the detection precision of the light which carries out incidence, aims at improvement in the speed of response of a lightwave signal, and aims at offering the optical semiconductor device which realizes low noise-ization.

[0015]

[Means for Solving the Problem] In order to attain said purpose, the optical semiconductor device of this invention is an optical semiconductor device equipped with two or more photo detectors, and is characterized by separating between said two or more photo detectors with the LOCOS film.

[0016] Moreover, the optical semiconductor device of this invention is an optical semiconductor device equipped with the semiconductor region of the 2nd conductivity type formed on the semi-conductor substrate of the 1st conductivity type, and two or more photo detectors, and is characterized by separating between said two or more photo detectors with the LOCOS film.

[0017] Moreover, the optical semiconductor device of this invention is an optical semiconductor device equipped with the semiconductor region of the 2nd conductivity type formed on the semi-conductor substrate of the 1st conductivity type, and two or more photo detectors, separates between said two or more photo detectors with the LOCOS film, and is characterized by forming the embedding field of the 1st conductivity type of high high impurity concentration directly under said LOCOS film compared with said semi-conductor substrate.

[0018] Moreover, it has the embedding field of the 2nd conductivity type of high high impurity concentration on the semi-conductor substrate of the 1st conductivity type, and it is the optical semiconductor device in which the high concentration impurity range of the 1st conductivity type was formed on the front face of the semiconductor region of the 2nd conductivity type formed on said embedding field, and the semiconductor region of said 2nd conductivity type, said optical semiconductor device is equipped with two or more photo detectors, and the optical semiconductor device of this invention is characterized by separating between said two or more photo detectors with the LOCOS film.

[0019] since the LOCOS film has separated between each photo detector when forming two or more photo detectors which adjoined by the above, even if incidence of the light is carried out to an isolation region, in an isolation region, a carrier is not generated by the light, but the cross talk between the photo detectors which adjoined can be stopped, and detection precision can be boiled markedly and can be raised. Moreover, since the PN junction of the separation section of structure is conventionally lost with the LOCOS film and potential barrier to which the speed of response of a lightwave signal is reduced is lost, frequency characteristics can be improved. Furthermore, since capacity can be reduced by the parasitic capacitance by the PN junction being lost, improvement in frequency characteristics can be performed.

[0020] Moreover, as for the optical semiconductor device of this invention, it is desirable to set width of face of said LOCOS film to 2 micrometers or less.

[0021] Moreover, said LOCOS film can also make the optical semiconductor device of this invention the structure which has penetrated the semiconductor region of said 2nd conductivity type.

[0022]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained.

[0023] (Operation gestalt 1) Drawing 1 is the sectional view showing the structure of the optical

semiconductor device in the 1st operation gestalt of this invention. 1 is the photo detector section. The P-type semiconductor substrate of the 1st conductivity type with which 2 consists of P type silicon, the N-type semiconductor layer of the 2nd conductivity type with which 3 was formed on the P-type semiconductor substrate 2, the insulator layer by which 4 was formed on the N-type semiconductor layer 3, the antireflection film with which 5 was formed in the photo detector section 1, and 6 are LOCOS film which separates between two or more photo detectors and between a photo detector and transistors. The separation by the LOCOS film oxidizes a silicon substrate thermally for the silicon nitride (not shown) formed in the silicon substrate alternatively as a mask, and performs separation between components with a thick oxide film (insulator layer).

[0024] The cathode contact field where 7 was formed in the cathode field of the photo detector section 1, and 10 was formed on the cathode field 7, and 11 are the cathode electrodes formed on the cathode contact field 10. The anode drawer field alternatively formed on the other hand on the P-type semiconductor substrate 2 whose 13 is an anode field, the anode contact field where 14 was formed on the anode drawer field 13, and 15 are the anode electrodes formed on the anode contact field 14.

[0025] 16 is the transistor section. N+ mold collector drawer field in which 17 was formed alternatively [N+ mold collector embedding field and 18 / an N type collector field and 19] on the circumference of the N type collector field 18, N+ mold collector contact field where 20 was formed on N+ mold collector drawer field 19, and 21 are the collector electrodes formed on N+ mold collector contact field 20. Moreover, the P type base region where 22 was alternatively formed in the N type collector field 18, P+ mold base contact field where 23 was alternatively formed on the circumference piece the P type base region 22 side, and 24 are the base electrodes formed in P+ mold base contact field 23. N+ mold emitter region which 25 countered P+ mold base contact field 23, and was formed alternatively on the other hand, and 26 are the emitter electrodes formed on N+ mold emitter region 25.

[0026] In the structure of this operation gestalt 1, since a carrier is generated by the light absorbed near the PN-junction section of the P-type semiconductor substrate 2 and the cathode field 7 used as an anode field and it is outputted outside as a photocurrent, when the permeation depth of light is deep infrared light especially to silicon, it is advantageous structure. With this operation gestalt 1, since two or more photo detectors are electrically separated by the LOCOS film 6, the cross talk of the photoelectrical signal by which incidence is carried out to an isolation region can be controlled. Furthermore, since separation is an insulator layer, PN-junction capacity will be lost, the parasitic capacitance of a photo detector will be reduced, and the frequency characteristics of a photo detector expressed with the formula of $f=2\pi/RC$ (R is series resistance and C is PN-junction capacity) will improve.

[0027] Drawing 2 (a) is the top view of the photo detector section which irradiated light, and the current beam positions 1 and 42 where in 38 the 2nd light sensing portion B and 40 irradiated the separation section between photo detectors in the center of a light sensing portion, and the 1st light sensing portion A and 39 irradiated light to 41 show the current beam position 2 which irradiated light at the separation section. Drawing 2 (b) is drawing showing the frequency characteristics in the conventional separation section. Drawing 2 (c) is drawing showing the frequency characteristics in the separation section of this invention.

[0028] When the center and the separation section of a light sensing portion are irradiated like drawing 2 (a), by the conventional separation section, there is an advantage that frequency characteristics do not fall, in the separation section of this invention like drawing 2 (c) to frequency characteristics falling like drawing 2 (b).

[0029] (Operation gestalt 2) Drawing 3 is the sectional view showing the structure of the optical semiconductor device in the 2nd operation gestalt in this invention, and 27 is P+ mold embedding field of the 1st conductivity type of LOCOS film 6 directly under. Other configurations are the same as the operation gestalt 1.

[0030] In this operation gestalt 2, since the potential barrier becomes high by being characterized by forming P+ mold embedding field 27 directly under [LOCOS film 6] a light-receiving field, and making high impurity concentration of P+ mold embedding field 27 higher than

the P-type semiconductor substrate 2, it becomes possible to control the leakage current by the carrier generated directly under LOCOS film 6, and a cross talk can be reduced.

[0031] (Operation gestalt 3) Drawing 4 is the sectional view showing the structure of the optical semiconductor device in the 3rd operation gestalt in this invention. A cathode embedding field for 8 to improve a speed of response and 9 are the cathode drawer fields alternatively formed on the cathode embedding field 8. On the other hand, the diffusion depth of 12 from the front face of the N-type semiconductor layer 3 is shallow, and it is the anode field made into high high impurity concentration. As for P+ mold drawer field and 29, 28 is [P+ mold contact field and 30] grand electrodes. In the structure of this operation gestalt 3, since a carrier is generated by the light absorbed near the PN-junction section of the cathode field 7 and the anode field 12 and it is outputted outside as a photocurrent, it is the advantageous structure in the case of red light with the shallow permeation depth of light, or blue glow especially to silicon. With this operation gestalt 3, since two or more photo detectors are conventionally separated electrically by the LOCOS film 6 completely as compared with structure, the cross talk of the photoelectrical signal by which incidence is carried out to an isolation region can be controlled. moreover, since it becomes possible to boil markedly anode spacing in two or more photo detectors conventionally as compared with structure, and to narrow it, in the photo detector section 1, improvement in a degree of integration and improvement in an array degree of freedom are realizable.

[0032] In the structure of said operation gestalten 1-3, it become possible to set width of face of the LOCOS film to 2 micrometers or less, and since the detection precision of the light which carry out incidence conventionally as compared with structure be not only improve, but raise a degree of integration and a limit of the separation width of face between photo detectors be reduce, there be an advantage that the design of a desired light sensing portion can be perform.

[0033] moreover, in the structure of the operation gestalt 1 and the operation gestalt 2, since between two or more photo detectors is electrically separated when the LOCOS film has penetrated the N-type semiconductor layer 3, as compared with structure, it can be markedly alike conventionally, a cross talk can be reduced, and there is an advantage that improvement in the speed of response of a lightwave signal is realizable.

[0034] Furthermore, in the structure of the operation gestalt 1 and the operation gestalt 2, when the LOCOS film 6 does not penetrate the N-type semiconductor layer 3, P+ mold embedding field can be formed for example, directly under LOCOS film 6, or the N-type semiconductor layer 3 can be made into high specific resistance, and the cross talk between photo detectors can be reduced. This operation gestalt is suitable when it is difficult for the LOCOS film to make the N-type semiconductor layer 3 penetrate when the N-type semiconductor layer 3 is thick, it can reduce a cross talk conventionally as compared with structure, and has the advantage that improvement in the speed of response of a lightwave signal is realizable.

[0035] In addition, although the example which used the semi-conductor layer of the 2nd conductivity type as the N-type semiconductor layer by using the semi-conductor substrate of the 1st conductivity type as a P-type semiconductor substrate explained with the above-mentioned operation gestalten 1-3, when P type and N type are replaced by turns and carried out, the same effectiveness as the aforementioned operation gestalt is acquired.

[0036]

[Effect of the Invention] This invention can realize the optical semiconductor device whose frequency characteristics whose detection precision improves by reducing the cross talk between light-receiving fields, and improve further as mentioned above by forming said LOCOS film in the isolation region between two or more light-receiving fields. Moreover, since the arrangement in which the degree of freedom approached the array of two or more photo detectors as compared with increase and the former by using said LOCOS film for the isolation region between light-receiving fields is attained, improvement in a degree of integration and reduction of a cross talk are realizable for coincidence.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing the structure of the optical semiconductor device in the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2 (a)] It is the top view of the photo detector section which irradiated light.

[Drawing 2 (b)] It is drawing showing the frequency characteristics in the conventional separation section.

[Drawing 2 (c)] It is drawing showing the frequency characteristics in the separation section of this invention.

[Drawing 3] It is the sectional view showing the structure of the optical semiconductor device in the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 4] It is the sectional view showing the structure of the optical semiconductor device in the 3rd operation gestalt of this invention.

[Drawing 5 (a)] It is the top view of the photo detector section.

[Drawing 5 (b)] It is drawing having shown the optical scan property of a photo detector.

[Drawing 6] It is the sectional view showing the 1st structure of the conventional optical semiconductor device.

[Drawing 7] It is the circuit diagram of current potential conversion.

[Drawing 8] It is the sectional view showing the 2nd structure of the conventional optical semiconductor device.

[Description of Notations]

1 Photo Detector Section

2 P-type Semiconductor Substrate

3 N-type Semiconductor Layer

4 Insulator Layer

5 Antireflection Film

6 LOCOS Film

7 Cathode Field

8 Cathode Embedding Field

9 Cathode Drawer Field

10 Cathode Contact Field

11 Cathode Electrode

12 Anode Field

13 Anode Drawer Field

14 Anode Contact Field

15 Anode Electrode

16 Transistor Section

17 N+ Mold Collector Embedding Field

18 N Type Collector Field

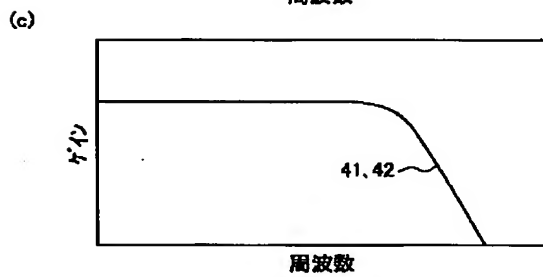
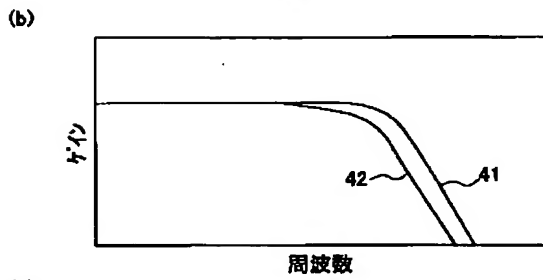
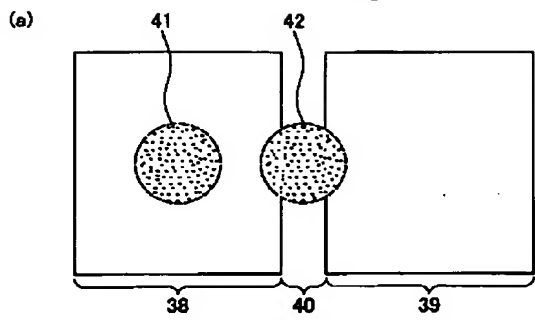
19 N+ Mold Collector Drawer Field

20 N+ Mold Collector Contact Field

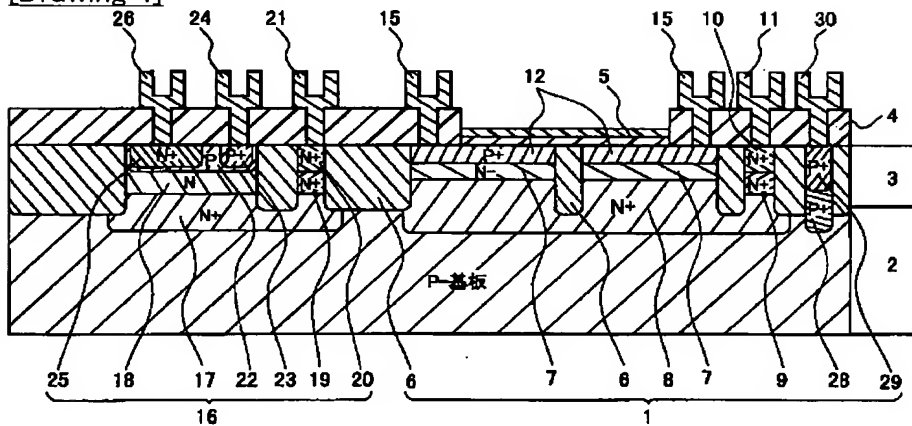
21 Collector Electrode

22 P Type Base Region
23 P+ Mold Base Contact Field
24 Base Electrode
25 N+ Mold Emitter Region
26 Emitter Electrode
27 P+ Mold Embedding Field
28 P+ Mold Drawer Field
29 P+ Mold Contact Field
30 Grand Electrode
31 Light Sensing Portion A
32 Light Sensing Portion B
33 The Conventional Separation Section
34 Separation Section of this Invention
35 The Optical Scan Direction
36 Scanning Property in the Conventional Separation Section
37 Scanning Property in Separation Section of this Invention
38 Light Sensing Portion A
39 Light Sensing Portion B
40 Separation Section
41 Current Beam Position 1
42 Current Beam Position 2
101 Photo Detector Section
102 P-type Semiconductor Substrate
103 N-type Semiconductor Layer
104 Insulator Layer
105 Antireflection Film
106 P+ Embedding Field
107 P+ Diffusion Field
108 Cathode Field
109 N Type Cathode Embedding Field
110 N Type Cathode Drawer Field
111 Cathode Contact Field
112 Cathode Electrode
113 Anode Field
114 Anode Drawer Field
115 Anode Contact Field
116 Anode Electrode
117 N+ Mold Channel Stopper Field
118 Transistor Section
119 N+ Mold Collector Embedding Field
120 N Type Collector Field
121 N+ Mold Collector Drawer Field
122 N+ Mold Collector Contact Field
123 Collector Electrode
124 P Type Base Region
125 P+ Mold Base Contact Field
126 Base Electrode
127 N+ Mold Emitter Region
128 Emitter Electrode
129 Photo Detector
130 Incident Light
131 Amplifier
132 Gain Resistance

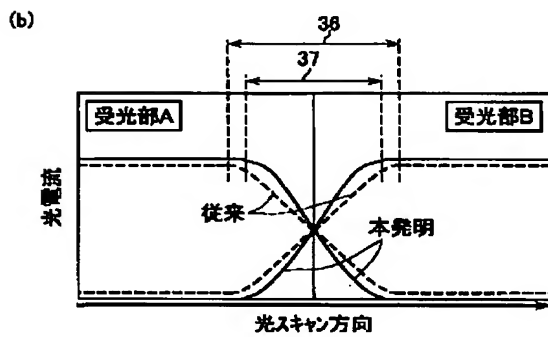
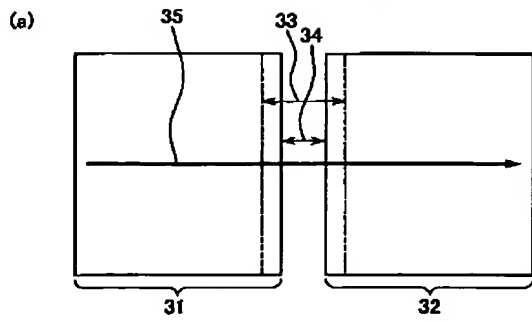
[Translation done.]



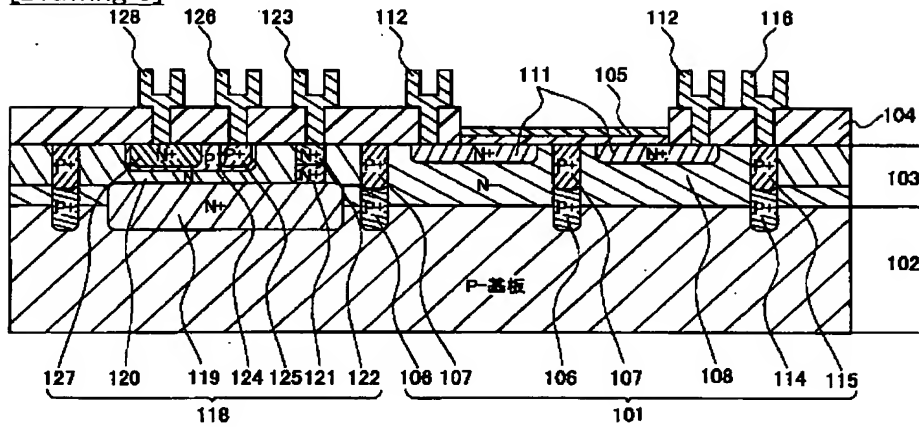
[Drawing 4]



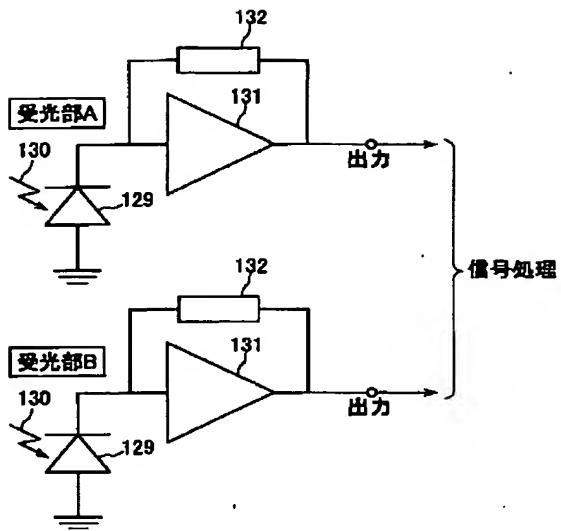
[Drawing 5]



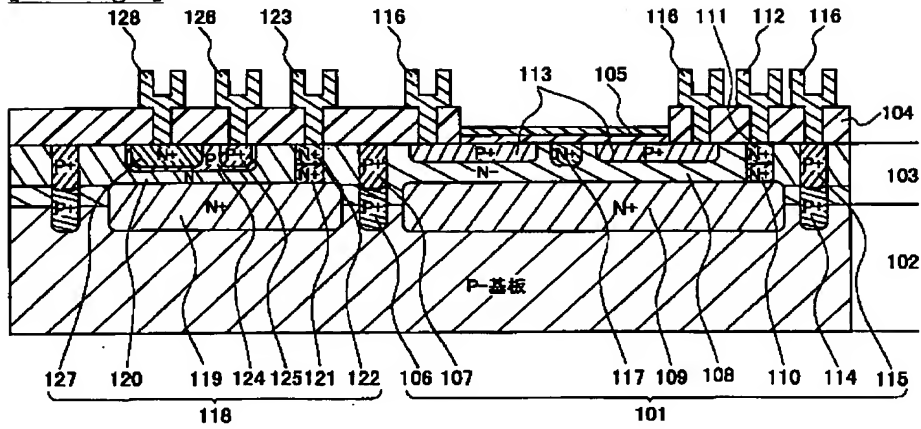
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-280536

(P2002-280536A)

(43) 公開日 平成14年9月27日 (2002.9.27)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 27/14
21/76
21/316
21/8222
27/06

H 0 1 L 27/14
21/76
21/94
27/06
31/10

Z 4 M 1 0 8
M 4 M 1 1 8
A 5 F 0 3 2
1 0 1 D 5 F 0 4 9
A 5 F 0 8 2

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-81469 (P2001-81469)

(22) 出願日 平成13年3月21日 (2001.3.21)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 伊藤 良一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 安川 久忠

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100095555

弁理士 池内 寛幸 (外5名)

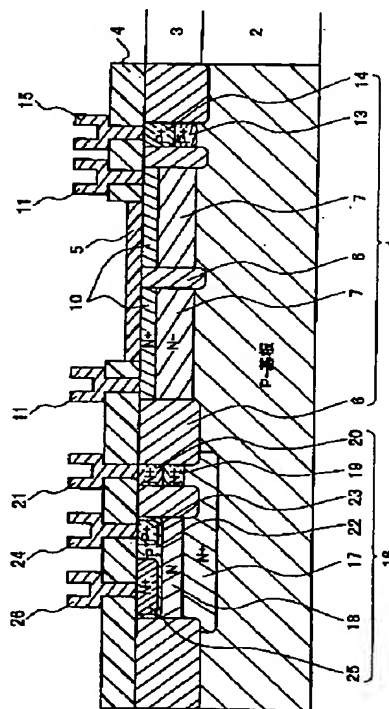
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 入射する光の検出精度を改善し、光信号の応答速度の向上を図り、低ノイズ化を実現する光半導体装置を提供する。

【解決手段】 第1導電型の半導体基板2上に成膜された第2導電型の半導体領域3と、複数の受光素子とを備えた光半導体装置であって、前記複数の受光素子間の分離をLOCOS膜6により行なう光半導体装置とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の受光素子を備えた光半導体装置であって、前記複数の受光素子間を LOCOS 膜により分離することを特徴とする光半導体装置。

【請求項 2】 第 1 導電型の半導体基板上に成膜された第 2 導電型の半導体領域と、複数の受光素子とを備えた光半導体装置であって、前記複数の受光素子間を LOCOS 膜により分離することを特徴とする光半導体装置。

【請求項 3】 第 1 導電型の半導体基板上に成膜された第 2 導電型の半導体領域と、複数の受光素子とを備えた光半導体装置であって、前記複数の受光素子間を LOCOS 膜により分離し、前記 LOCOS 膜の直下に前記半導体基板に比べて高不純物濃度の第 1 導電型の埋め込み領域を形成したことを特徴とする光半導体装置。

【請求項 4】 第 1 導電型の半導体基板上に高不純物濃度の第 2 導電型の埋め込み領域を有し、前記埋め込み領域上に成膜された第 2 導電型の半導体領域と、前記第 2 導電型の半導体領域の表面に第 1 導電型の高濃度不純物領域を形成した光半導体装置であって、前記光半導体装置が複数の受光素子を備え、前記複数の受光素子間を LOCOS 膜により分離することを特徴とする光半導体装置。

【請求項 5】 前記 LOCOS 膜の幅を $2\mu\text{m}$ 以下にした請求項 1～4 のいずれかに記載の光半導体装置。

【請求項 6】 前記 LOCOS 膜が、前記第 2 導電型の半導体領域を貫通している請求項 2～4 のいずれかに記載の光半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光電変換信号を処理する受光素子を備えた光半導体装置に関し、特に複数の受光素子間の分離領域におけるクロストークを抑制し、高速、低ノイズな受光素子を実現するための光半導体装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から CD や DVD 等の光ディスクにおいて、ディスクから反射されたレーザ光の検出を行なうために複数の受光領域を持つ光半導体装置が用いられている。近年、光ディスク装置の小型高性能化に伴い、外来ノイズに強く、高速の周波数特性を有する回路内蔵の受光素子が主流となってきている。また、DVD の光ディスク装置における高性能化のため、光半導体装置の高速化、高感度化、低ノイズ化がより要求されている。

【0003】以下、従来の光半導体装置の構造について説明する。

【0004】図 6 は、従来の光半導体装置における第 1 の構造を示す断面図である。101 は受光素子部である。102 は P 型シリコンからなる P 型半導体基板、103 は P 型半導体基板 102 上に成膜された N 型半導体層、104 は N 型半導体層 103 上に成膜された絶縁

膜、105 は受光素子部 101 に形成された反射防止膜、106 は複数の受光素子間及び受光素子とトランジスタの間を分離する P+埋め込み領域、107 は複数の受光素子間及び受光素子とトランジスタの間を分離する P+拡散領域である。108 は受光素子部 101 のカソード領域、111 はカソード領域 108 上に形成されたカソードコンタクト領域、112 はカソードコンタクト領域 111 上に形成されたカソード電極である。一方、114 はアノード領域である P 型半導体基板 102 上に選択的に形成されたアノード引き出し領域、115 はアノード引き出し領域 114 上に形成されたアノードコンタクト領域、116 はアノードコンタクト領域 115 上に形成されたアノード電極である。

【0005】118 はトランジスタ部である。119 は NPN トランジスタの N+型コレクタ埋め込み領域、120 は N 型コレクタ領域、121 は N 型コレクタ領域 120 の周辺上に選択的に形成された N+型コレクタ引き出し領域、122 は N+型コレクタ引き出し領域 121 上に形成された N+型コレクタコンタクト領域、123 は N+型コレクタコンタクト領域上に形成されたコレクタ電極である。また、124 は N 型コレクタ領域 120 に選択的に形成された P 型ベース領域、125 は P 型ベース領域 124 の周辺部片側上に選択的に形成された P+型ベースコンタクト領域、126 は P+型ベースコンタクト領域 125 に形成されたベース電極である。一方、127 は P+型ベースコンタクト領域 125 に対向して選択的に形成された N+型エミッタ領域、128 は N+型エミッタ領域 127 上に形成されたエミッタ電極である。

【0006】受光素子部 101 において、光が受光領域に入射されることによって電子正孔対が生成され、この生成されたキャリアは逆バイアスを印加した受光素子部 101 の PN 接合部近傍における空乏層内の電界によりドリフトされて電極より光電流として出力される。一方、キャリア濃度勾配による拡散電流も電極より光電流として出力されるが、一般的に拡散時間はドリフト走行時間よりも長いので応答速度を低下させる要因の一つとなっている。

【0007】第 1 の従来構造においては、アノード領域となる P 型半導体基板 102 とカソード領域 108 の PN 接合部近傍で吸収された光によりキャリアが生成されて光電流として外部に出力されるので、特にシリコンに対して光の浸入深さが深い赤外光の場合に有利な構造である。また、複数の受光素子は PN 分離領域で素子間を完全に分離できるという利点があるが、分離幅が比較的広くなるため集積度を向上できない点が不利である。

【0008】図 7 は、電流電圧変換の回路を示す図であり、129 は受光素子、130 は受光素子 129 に入射される入射光（光信号）、131 はアンプ、132 はゲイン抵抗である。図 7 に示すような回路において受光素

子 129 に入射された光が光電変換され、この電流がトランジスタと容量素子と抵抗素子などで構成されるアンプ 131 により電流電圧変換されて信号出力される。CD などの光ピックアップ装置では、それぞれの受光領域から出力される光電流による信号検出を行なうだけでなく、通常、複数の受光素子を用いてレーザ光の位置や形状の変化からトラッキング信号やフォーカス信号を得ることにより光ピックアップ装置を制御している。

【0009】図 8 は、従来の光半導体装置における第 2 の構造を示す断面図である。109 は N 型カソード埋め込み領域、110 は N 型カソード引き出し領域、113 はアノード領域、117 は N+ 型拡散層により受光領域を分離する N+ 型チャネルストッパー領域である。

【0010】第 2 の従来構造においては、カソード領域 108 とアノード領域 113 の PN 接合部近傍で光信号を検出することになり、特にシリコンに対して光の浸入深さが浅い赤色光や青色光の場合に有利な構造である。また、第 1 の従来構造に対して、N+ 型チャネルストッパー領域 117 により受光素子間の分離幅を比較的狭くできる利点があるが、N+ 型チャネルストッパー領域 117 は P 型半導体基板 102 まで到達していないため、第 1 の従来構造よりも複数の受光素子の分離特性が劣るという点が不利である。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の構成では、受光素子間の分離幅が広がるとともに、分離部に PN 接合が形成されるため、クロストークの原因となり検出精度が低下することになる。

【0012】図 5 (a) は、光ピックアップ装置等で用いられる受光素子部の平面図であり、31 は第 1 の受光部 A、32 は第 2 の受光部 B、33 は従来の分離部、34 は本発明の分離部、35 は光スキャン方向である。図 5 (b) は、受光素子の光スキャン特性を示した図であり、36 は従来の分離部 33 における光スキャン特性、37 は従来の分離部 33 との相対的な関係を示した本発明の分離部 34 におけるスキャン特性である。

【0013】図 5 (a) のように受光部と分離部を図の矢印の方向へ光スキャンした時に、図 5 (b) に示すように従来の分離部 33 における光スキャン特性 36 では、複数の受光素子間でのクロストークが大きくなる。従来の分離構造では、PN 接合或いは不純物濃度差を利用したものであるため、分離領域に照射された光により生成したキャリアは、キャリアの濃度勾配に依存した方向へ拡散して異なる受光領域に光電流として出力され、クロストークの原因となり検出精度が低下することになる。更に、埋め込み領域とカソード領域間のポテンシャルバリアにより応答速度が低下するという問題もある。また、埋め込み領域による分離領域下では半導体基板に空乏層が形成されず、しかも不純物濃度差によりポテンシャルバリアが形成され、分離領域直下にて生成された

キャリアが PN 接合部に到達するまで時間がかかるため応答速度が低下する。更に、分離領域の PN 接合による寄生容量により周波数特性が低下するという問題もある。

【0014】そこで、本発明は、前記従来の問題を解決するため、入射する光の検出精度を改善し、光信号の応答速度の向上を図り、低ノイズ化を実現する光半導体装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明の光半導体装置は、複数の受光素子を備えた光半導体装置であって、前記複数の受光素子間を LOCOS 膜により分離することを特徴とする。

【0016】また、本発明の光半導体装置は、第 1 導電型の半導体基板上に成膜された第 2 導電型の半導体領域と、複数の受光素子とを備えた光半導体装置であって、前記複数の受光素子間を LOCOS 膜により分離することを特徴とする。

【0017】また、本発明の光半導体装置は、第 1 導電型の半導体基板上に成膜された第 2 導電型の半導体領域と、複数の受光素子とを備えた光半導体装置であって、前記複数の受光素子間を LOCOS 膜により分離し、前記 LOCOS 膜の直下に前記半導体基板に比べて高不純物濃度の第 1 導電型の埋め込み領域を形成したことを特徴とする。

【0018】また、本発明の光半導体装置は、第 1 導電型の半導体基板上に高不純物濃度の第 2 導電型の埋め込み領域を有し、前記埋め込み領域上に成膜された第 2 導電型の半導体領域と、前記第 2 導電型の半導体領域の表面に第 1 導電型の高濃度不純物領域を形成した光半導体装置であって、前記光半導体装置が複数の受光素子を備え、前記複数の受光素子間を LOCOS 膜により分離することを特徴とする。

【0019】以上により、隣接した複数の受光素子を形成する場合に各受光素子間を LOCOS 膜で分離しているため、分離領域に光が入射されても分離領域においてその光によりキャリアは発生せず、隣接した受光素子間でのクロストークを抑えられ、検出精度を格段に向上させることができる。また、LOCOS 膜により従来構造の分離部の PN 接合がなくなり、光信号の応答速度を低下させるようなポテンシャルバリアがなくなるため、周波数特性を向上できる。更に、PN 接合による寄生容量がなくなることで容量を低減できるため、周波数特性の向上ができる。

【0020】また、本発明の光半導体装置は、前記 LOCOS 膜の幅を $2\mu\text{m}$ 以下にすることが好ましい。

【0021】また、本発明の光半導体装置は、前記 LOCOS 膜が、前記第 2 導電型の半導体領域を貫通している構造とすることもできる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。

【0023】（実施形態1）図1は、本発明の第1の実施形態における光半導体装置の構造を示す断面図である。1は受光素子部である。2はP型シリコンからなる第1導電型のP型半導体基板、3はP型半導体基板2上に成膜された第2導電型のN型半導体層、4はN型半導体層3上に成膜された絶縁膜、5は受光素子部1に形成された反射防止膜、6は複数の受光素子間及び受光素子とトランジスタの間を分離するLOCOS膜である。LOCOS膜による分離は、シリコン基板に形成したシリコン窒化膜（図示せず）をマスクとして選択的にシリコン基板を熱酸化し、厚い酸化膜（絶縁膜）で素子間分離を行なうものである。

【0024】7は受光素子部1のカソード領域、10はカソード領域7上に形成されたカソードコンタクト領域、11はカソードコンタクト領域10上に形成されたカソード電極である。一方、13はアノード領域であるP型半導体基板2上に選択的に形成されたアノード引き出し領域、14はアノード引き出し領域13上に形成されたアノードコンタクト領域、15はアノードコンタクト領域14上に形成されたアノード電極である。

【0025】16はトランジスタ部である。17はN+型コレクタ埋め込み領域、18はN型コレクタ領域、19はN型コレクタ領域18の周辺上に選択的に形成されたN+型コレクタ引き出し領域、20はN+型コレクタ引き出し領域19上に形成されたN+型コレクタコンタクト領域、21はN+型コレクタコンタクト領域20上に形成されたコレクタ電極である。また、22はN型コレクタ領域18に選択的に形成されたP型ベース領域、23はP型ベース領域22の周辺部片側上に選択的に形成されたP+型ベースコンタクト領域、24はP+型ベースコンタクト領域23に形成されたベース電極である。一方、25はP+型ベースコンタクト領域23に対向して選択的に形成されたN+型エミッタ領域、26はN+型エミッタ領域25上に形成されたエミッタ電極である。

【0026】本実施形態1の構造においては、アノード領域となるP型半導体基板2とカソード領域7のPN接合部近傍で吸収された光によりキャリアが生成されて光電流として外部に出力されるので、特にシリコンに対して光の浸入深さが深い赤外光の場合に有利な構造である。本実施形態1では複数の受光素子がLOCOS膜6によって電気的に分離されるため、分離領域に入射される光電信号のクロストークを抑制できることになる。更に、分離が絶縁膜であるためPN接合容量がなくなり受光素子の寄生容量が低減され、 $f = 2\pi / RC$ （Rはシリーズ抵抗、CはPN接合容量）の式で表される受光素子の周波数特性が向上することになる。

【0027】図2（a）は、光を照射した受光素子部の

平面図であり、38は第1の受光部A、39は第2の受光部B、40は受光素子間の分離部、41は受光部の中央に光を照射したビーム位置1、42は分離部に光を照射したビーム位置2を示す。図2（b）は、従来の分離部における周波数特性を示す図である。図2（c）は、本発明の分離部における周波数特性を示す図である。

【0028】図2（a）のように受光部の中央と分離部に照射したとき、図2（b）のように従来の分離部では周波数特性が低下するのに対して、図2（c）のように本発明の分離部では周波数特性が低下しないという利点がある。

【0029】（実施形態2）図3は、本発明における第2の実施形態における光半導体装置の構造を示す断面図であり、27はLOCOS膜6直下の第1導電型のP+型埋め込み領域である。その他の構成は、実施形態1と同じである。

【0030】本実施形態2においては、受光領域のLOCOS膜6直下にP+型埋め込み領域27を形成していることを特徴とし、P+型埋め込み領域27の不純物濃度をP型半導体基板2より高くすることによって、ポテンシャルバリアが高くなるため、LOCOS膜6直下で発生したキャリアによるリーク電流を抑制することが可能になり、クロストークを低減することができる。

【0031】（実施形態3）図4は、本発明における第3の実施形態における光半導体装置の構造を示す断面図である。8は応答速度を改善するためのカソード埋め込み領域、9はカソード埋め込み領域8上に選択的に形成されたカソード引き出し領域である。一方、12はN型半導体層3の表面からの拡散深さが浅く、高不純物濃度としたアノード領域である。28はP+型引き出し領域、29はP+型コンタクト領域、30はグランド電極である。本実施形態3の構造においては、カソード領域7とアノード領域12のPN接合部近傍で吸収された光によりキャリアが生成されて光電流として外部に出力されるので、特にシリコンに対して光の浸入深さが浅い赤色光や青色光の場合に有利な構造である。本実施形態3では、従来構造と比較して複数の受光素子がLOCOS膜6によって電気的に完全に分離されるため、分離領域に入射される光電信号のクロストークを抑制できることになる。また、複数の受光素子におけるアノード間隔を従来構造と比較して格段に狭くすることが可能になるため、受光素子部1において集積度の向上と配列自由度の向上が実現できる。

【0032】前記実施形態1～3の構造においては、LOCOS膜の幅を $2\mu\text{m}$ 以下とすることが可能になり、従来構造と比較して入射する光の検出精度が改善されるだけでなく、集積度を上げることと、受光素子間の分離幅の制限が低減されるため、所望の受光部の設計ができるという利点がある。

【0033】また、実施形態1及び実施形態2の構造に

において、LOCOS膜がN型半導体層3を貫通している場合には、複数の受光素子間が電氣的に分離されるため、従来構造と比較して格段にクロストークを低減することができ、光信号の応答速度の向上を実現できるという利点がある。

【0034】更に、実施形態1及び実施形態2の構造において、LOCOS膜6がN型半導体層3を貫通しない場合には、例えばLOCOS膜6直下にP+型埋め込み領域を形成したり、N型半導体層3を高比抵抗にして受光素子間におけるクロストークを低減することができ、本実施形態は、N型半導体層3が厚い場合にLOCOS膜がN型半導体層3を貫通させることが難しい場合に適しており、従来構造と比較してクロストークを低減することができ、光信号の応答速度の向上を実現できるという利点がある。

【0035】なお、上述の実施形態1～3では第1導電型の半導体基板をP型半導体基板として、第2導電型の半導体層をN型半導体層とした事例で説明したが、P型とN型を交互に置き換えて実施した場合においても、前記の実施形態と同様の効果が得られる。

【0036】

【発明の効果】以上のように本発明は、複数の受光領域間の分離領域に前記LOCOS膜を形成することにより、受光領域間のクロストークを低減することで検出精度が向上し、更に周波数特性が向上する光半導体装置を実現することができる。また、受光領域間の分離領域に前記LOCOS膜を用いることで、複数の受光素子の配列に自由度が増し、従来と比較して近接した配置が可能となるため、集積度の向上とクロストークの低減を同時に実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態における光半導体装置の構造を示す断面図である。

【図2(a)】光を照射した受光素子部の平面図である。

【図2(b)】従来の分離部における周波数特性を示す図である。

【図2(c)】本発明の分離部における周波数特性を示す図である。

【図3】本発明の第2の実施形態における光半導体装置の構造を示す断面図である。

【図4】本発明の第3の実施形態における光半導体装置の構造を示す断面図である。

【図5(a)】受光素子部の平面図である。

【図5(b)】受光素子の光スキャン特性を示した図である。

【図6】従来の光半導体装置の第1の構造を示す断面図である。

【図7】電流電圧変換の回路図である。

【図8】従来の光半導体装置の第2の構造を示す断面図

である。

【符号の説明】

- 1 受光素子部
- 2 P型半導体基板
- 3 N型半導体層
- 4 絶縁膜
- 5 反射防止膜
- 6 LOCOS膜
- 7 カソード領域
- 8 カソード埋め込み領域
- 9 カソード引き出し領域
- 10 カソードコンタクト領域
- 11 カソード電極
- 12 アノード領域
- 13 アノード引き出し領域
- 14 アノードコンタクト領域
- 15 アノード電極
- 16 トランジスタ部
- 17 N+型コレクタ埋め込み領域
- 18 N型コレクタ領域
- 19 N+型コレクタ引き出し領域
- 20 N+型コレクタコンタクト領域
- 21 コレクタ電極
- 22 P型ベース領域
- 23 P+型ベースコンタクト領域
- 24 ベース電極
- 25 N+型エミッタ領域
- 26 エミッタ電極
- 27 P+型埋め込み領域
- 28 P+型引き出し領域
- 29 P+型コンタクト領域
- 30 グランド電極
- 31 受光部A
- 32 受光部B
- 33 従来の分離部
- 34 本発明の分離部
- 35 光スキャン方向
- 36 従来の分離部におけるスキャン特性
- 37 本発明の分離部におけるスキャン特性
- 38 受光部A
- 39 受光部B
- 40 分離部
- 41 ビーム位置1
- 42 ビーム位置2
- 101 受光素子部
- 102 P型半導体基板
- 103 N型半導体層
- 104 絶縁膜
- 105 反射防止膜
- 106 P+埋め込み領域

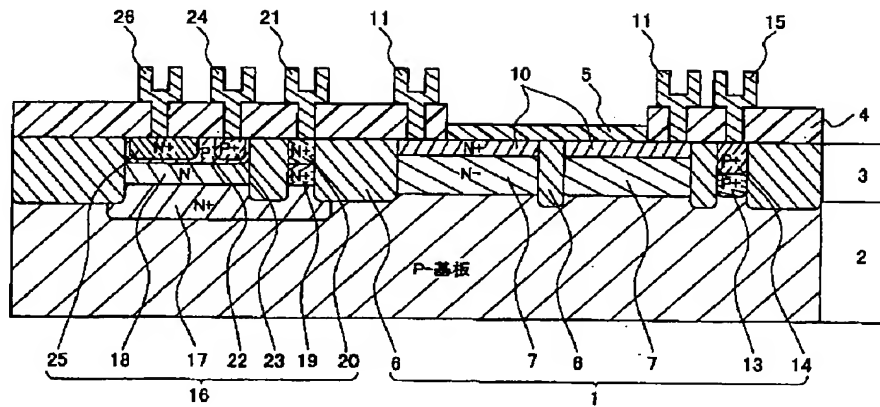
9

10

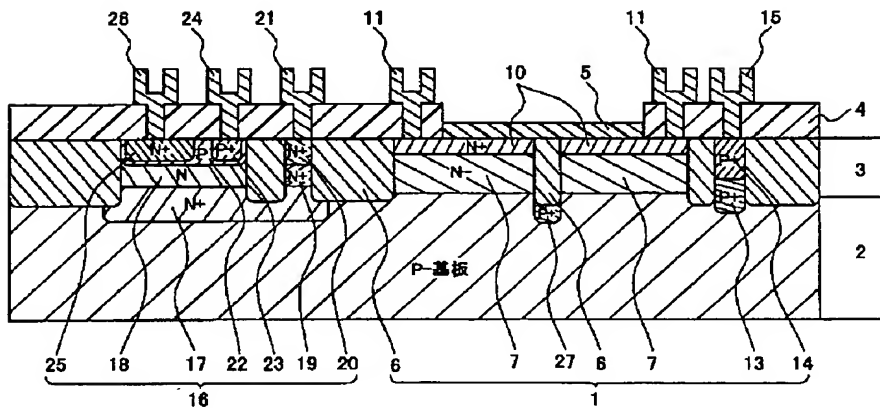
- 107 P+拡散領域
- 108 カソード領域
- 109 N型カソード埋め込み領域
- 110 N型カソード引き出し領域
- 111 カソードコンタクト領域
- 112 カソード電極
- 113 アノード領域
- 114 アノード引き出し領域
- 115 アノードコンタクト領域
- 116 アノード電極
- 117 N+型チャネルストッパー領域
- 118 トランジスタ部
- 119 N+型コレクタ埋め込み領域

- 120 N型コレクタ領域
- 121 N+型コレクタ引き出し領域
- 122 N+型コレクタコンタクト領域
- 123 コレクタ電極
- 124 P型ベース領域
- 125 P+型ベースコンタクト領域
- 126 ベース電極
- 127 N+型エミッタ領域
- 128 エミッタ電極
- 129 受光素子
- 130 入射光
- 131 アンプ
- 132 ゲイン抵抗

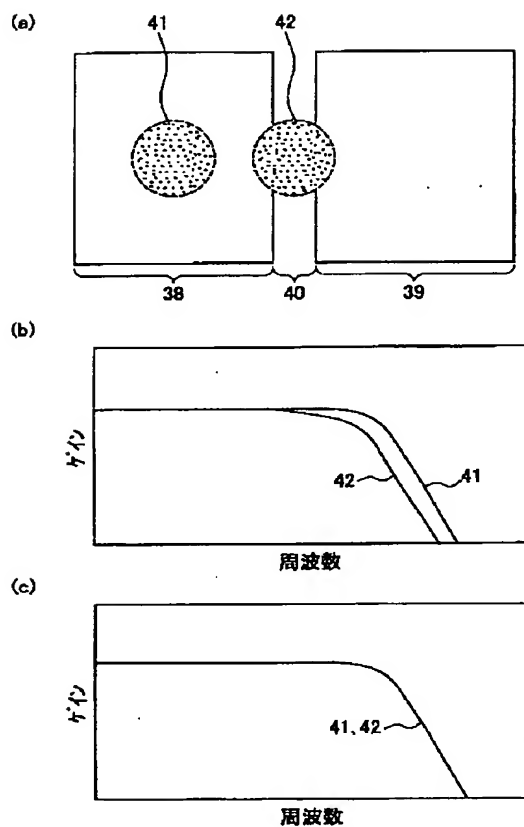
【図1】



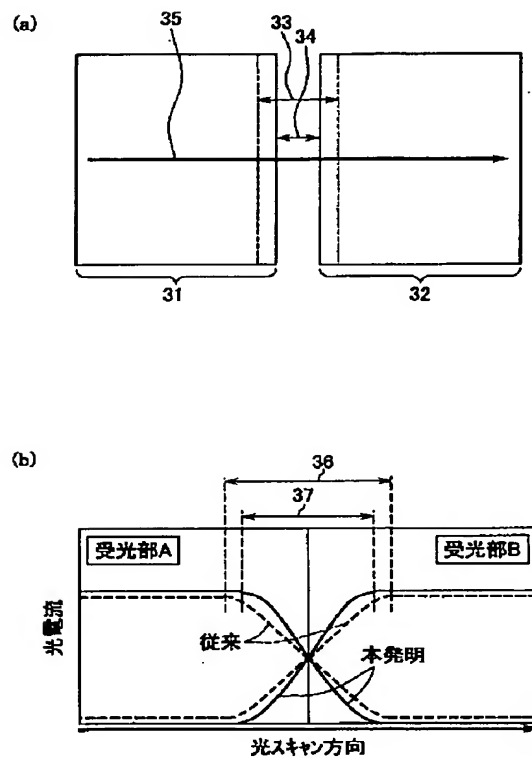
【図3】



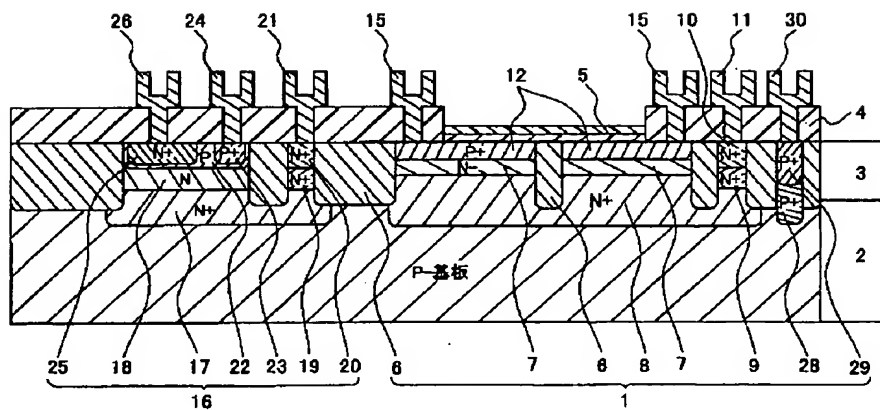
【図2】



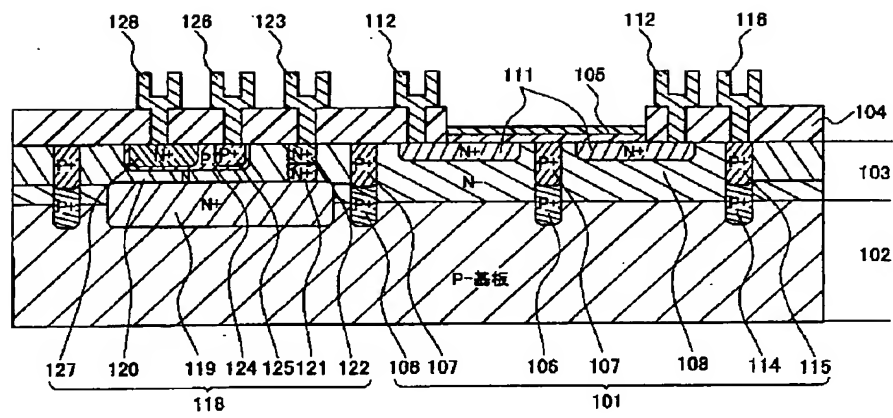
【図5】



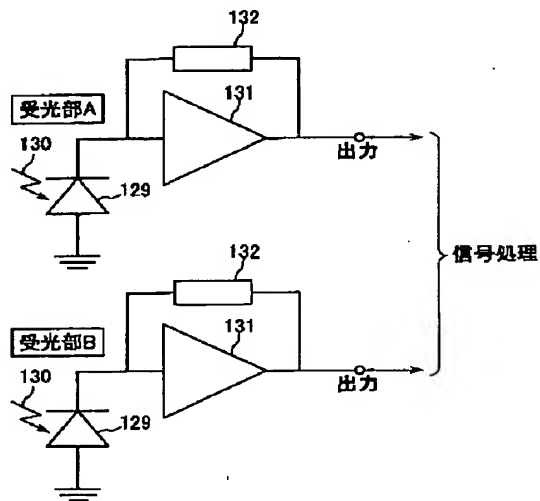
【図4】



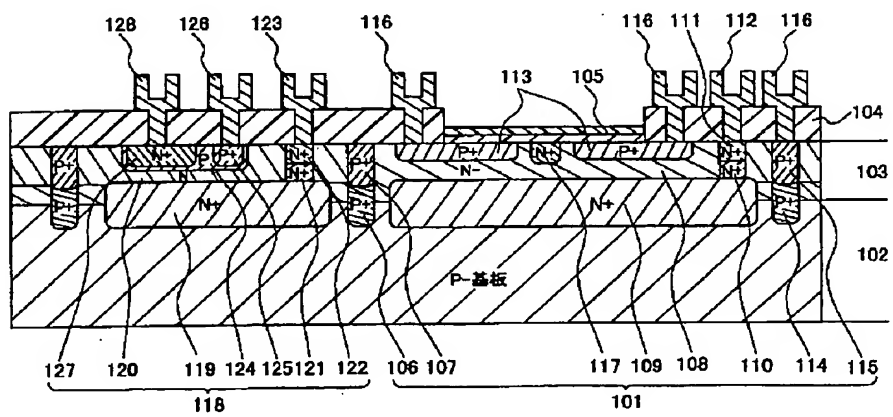
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H O I L 31/10

(72)発明者 岩井 誉貴

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

F ターム(参考)

4M108 AB04 AB34 AD11 AD14

4M118 AA05 AA10 AB10 BA02 CA03

DD09 FC09 FC18

5F032 AA14 AB02 BA01 BB01 CA18

CA21

5F049 MA02 NA03 NA04 NA19 NB08

RA04 RA06 SS02 UA01

5F082 AA17 AA36 BA04 BA11 BC01

BC11 FA20

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.